



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 198 31 648 A 1**

⑤ Int. Cl.7:
F 23 N 5/12
F 23 N 1/02

⑲ Aktenzeichen: 198 31 648.8
⑳ Anmeldetag: 15. 7. 1998
㉑ Offenlegungstag: 27. 1. 2000

DE 198 31 648 A 1

⑦① Anmelder:
Stiebel Eltron GmbH & Co KG, 37603 Holzminden,
DE

⑦② Erfinder:
Nolte, Hubert, 37671 Höxter, DE; Herrs, Martin,
37671 Höxter, DE; Merker, Roland, 37671 Höxter,
DE; Naumann, Rolf, Dr., 37671 Höxter, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 195 39 568 C1
DE 39 07 290 A1
EP 08 06 610 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur funktionalen Adaption einer Regelelektronik an ein Gasgerät

⑤⑦ Ein Verfahren zur funktionalen Adaption einer Regelelektronik eines Gasheizgeräts an dessen typenspezifische Eigenschaften soll weitgehend selbständig ablaufen. Mit der Regelelektronik sind in Abhängigkeit von einem verbrennungsabhängigen Ionisationssignal der Verbrennungsluft-Volumenstrom und der Brenngas-Volumenstrom steuerbar. Zur Adaption steuert die Regelelektronik vor dem eigentlichen Brennerbetrieb Brennvorgänge mit unterschiedlichen Luftvolumenströmen an und speichert die sich dabei ergebenden Kenndaten für den künftigen Brennerbetrieb.

DE 198 31 648 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur funktionalen Adaption einer Regelelektronik eines Gasheizgeräts an dessen typenspezifische Eigenschaften, wobei mit der Regelelektronik in Abhängigkeit von einem Lambda-Sollwert und einem verbrennungsabhängigen Ionisationssignal der Verbrennungsluft- und der Brenngas-Volumenstrom steuerbar ist.

Aus der EP 0 806 610 A2 sind ein Verfahren und eine Regelelektronik zum Betrieb eines Gasgebläsebrenners bekannt. Die Regelelektronik erfaßt ein von einer Ionisationselektrode abgeleitetes Ionisationssignal und regelt das Luft-Gasverhältnis für einen emissionsarmen Betrieb auf einen Lambda-Sollwert > 1 . Zum Starten des Brenners wird bei einem Startsignal der Gasvolumenstrom bei konstanter Gebläsedrehzahl (konstanten Luftvolumenstrom) rampenförmig erhöht, bis der Brenner zündet. Danach wird bis zum Ablauf einer vorgegebenen Sicherheitszeit der Gasvolumenstrom konstantgehalten. Dadurch ist ein sicherer Start bei jeder Wobbezahl der betreffenden Gasfamilie, beispielsweise Erdgas, gewährleistet.

In regelmäßigen Intervallen schaltet die Regelelektronik auf einen Kalibriervorgang um. In diesem wird zunächst das Steuersignal z. B. für ein Gasmagnetventil auf einen für eine Vorerhitzung der Ionisationselektrode geeigneten Wert gebracht. Danach wird das Steuersignal erhöht, bis der Maximalwert des Ionisationssignals durchfahren ist. Der sich ergebende Wert wird zur Kalibrierung ausgewertet. Im Betrieb werden mögliche Verschiebungen der Zusammenhänge zwischen dem gemessenen Ionisationssignal und der Luftzahl erkannt und ausgeglichen. Solche Verschiebungen können beispielsweise durch Verbrennungsrückstände an der Ionisationselektrode und/oder deren Verbiegen und/oder deren Verschleiß oder Veränderungen am Brenner auftreten.

Eine solche Regelelektronik soll bei verschiedenen Gasgeräte-Typen einsetzbar sein, die unterschiedliche Verbrennungseigenschaften haben. Es ist deshalb nötig, die Kennlinien der Regelelektronik vor der ersten Inbetriebnahme an das jeweilige Gasgerät anzupassen (Adaption). Dies ist aufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei dem die Adaption weitgehend selbsttätig erfolgt.

Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Dabei wird von der an den jeweiligen Gasgerättyp angeschlossenen Regelelektronik ein Adaptionsprogramm durchlaufen, in dem sich Kenndaten, beispielsweise hinsichtlich des Anlaufverhaltens, der Brenner-Leistungsabhängigkeit des Ionisationssignals und/oder der Korrelation zwischen minimalen und maximalen Volumenströmen, ergeben bzw. errechnet und gespeichert werden. Diese Kenndaten werden dann von der Regelelektronik im künftigen Brennerbetrieb benutzt.

Die weitgehend selbsttätige Adaption der Regelelektronik an den Gasgerättyp gewährleistet, daß der Brennerbetrieb emissionsarm und weitgehend störungsfrei sein wird, ohne daß im Einzelfall aufwendige Einstellungen vorgenommen werden müssen. An der Regelelektronik müssen nur wenige, beim jeweiligen Gasgerättyp bekannte Ausgangswerte vorgegeben werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Zeitdiagramm des Adaptionsverfahrens, wobei im Abschnitt A das Ionisationssignal U_i im Abschnitt B der Brenngasvolumenstrom V_g und im Abschnitt C der Ver-

brennungsluftstrom V_L dargestellt ist,

Fig. 2 schematisch eine Kennlinie der Abhängigkeit des Ionisationssignals von der jeweiligen Kesselleistung,

Fig. 3 eine Korrelationskennlinie mit Toleranzband,

Fig. 4 ein vereinfachtes Blockschaltbild.

Mit einer Regelelektronik 1 ist die Drehzahl eines Gebläses 2 eines Gasbrenners 3 eines Gasheizgeräts und damit der Verbrennungs-Volumenstrom V_L sowie mittels eines Steuerstroms I_g ein Gasmengenventil 4 und damit der Brenngas-Volumenstrom V_g steuerbar. Im Flammenbereich des Gasbrenners 3 ist eine Ionisationselektrode 5 angeordnet, die ein von der Verbrennung abhängiges Ionisationssignal U_i an die Regelelektronik 1 legt. Mit der Regelelektronik 1 ist auch eine Zündelektrode 6 ansteuerbar. Die Regelelektronik 1 liegt am elektrischen Netz 7 (vgl. **Fig. 4**).

Das Adaptionsverfahren zur Anpassung der Kennwerte der Steuerelektronik 1 an dem jeweiligen Gerättyp läuft etwa folgendermaßen ab:

Vor dem selbsttätigen Ablauf des Adaptionsverfahrens – vor dem Zeitpunkt 0 im Diagramm – wird an der Steuerelektronik 1 abhängig vom jeweiligen Gerättyp vorgegeben:

- a) eine Gebläse-Startdrehzahl, die einem Start-Luftvolumenstrom V_L s entspricht,
- b) eine Anzahl von Stützpunkt-Drehzahlen, im Diagramm V_{LI} , V_{LII} ,
- c) ein Start-Gasvolumenstrom und
- d) ein relativer Lambda-Sollwert L_{rel} . Zum Zündzeitpunkt 0 beginnt eine Brenner-Startphase des Geräts durch Netzeinschalten. Das Gebläse 2 läuft auf die Startdrehzahl hoch und fördert dementsprechend zum Zeitpunkt 1 den Start-Luftvolumenstrom V_L s.

Ab dem Zeitpunkt 2 gibt die Zündelektrode 6 während einer Sicherheitszeit T_s Zündimpulse an den Brenner. Zum Zeitpunkt 2 wird auch das Gasmengenventil 4 für die Startgasmenge V_{gmin} geöffnet. Der Gasvolumenstrom erhöht sich längs der in **Fig. 1B** dargestellten Rampe, bis zu einem von der Gasqualität abhängigen Zeitpunkt 3 die Flammen zünden. Zum Zeitpunkt 4 werden die Zündimpulse abgeschaltet.

In einer Brenner-Anlaufphase ab dem Zeitpunkt 3 mißt die Ionisationselektrode 5 ein zunächst steil und dann flacher ansteigendes Ionisationssignal U_i . Während des flachen Anstiegs wird in beispielsweise drei Meßzeitpunkten a, b, c das jeweilige Ionisationssignal gemessen und von der Steuerelektronik, die mit einem Mikroprozessor arbeitet, der Gradient bzw. die Zeitkonstante des Anstiegs berechnet und gespeichert. Dieser Wert ist ein Maß für das Anlaufverhalten des Brenners. Der gespeicherte Wert wird bei künftigen Startvorgängen berücksichtigt.

Vom Zeitpunkt 3 bis zum Zeitpunkt 6 wird der Luftvolumenstrom und der Brenngasvolumenstrom V_g konstantgehalten.

In einer Steuerphase ab dem Zeitpunkt 6 verringert die Steuerelektronik den Luftvolumenstrom und hält den Brenngasvolumenstrom konstant. Dadurch erhöht sich zunächst das Ionisationssignal U_i bis zu einem Maximalwert K_1 , der einem stöchiometrischen Gas-Luftverhältnis ($\lambda = 1$) entspricht. Der Wert K_1 wird gemessen und gespeichert. Aus dem Wert K_1 wird unter Berücksichtigung des vorgegebenen relativen Lambda-Sollwerts L_{rel} der für diese Gas-Luftmenge (Brennerleistung) passende Lambda-Sollwert SW_1 ermittelt, wobei

$$L_{rel} \times K_1 = SW_1$$

ist. Nach Erreichen des Wertes K_1 fällt das Ionisationssignal

wieder ab.

Zum Zeitpunkt 7 wird der Luftvolumenstrom wieder auf VLs erhöht und der Gasvolumenstrom wird in einer Regelphase so nachgeregelt, daß sich der Lambda-Sollwert SW1 ergibt.

Zum Zeitpunkt 8 wird der Luftvolumenstrom auf VLI erhöht. Entsprechend der Regelung auf den Lambda-Sollwert SW1 wird auch der Gasvolumenstrom Vg erhöht. Ab dem Zeitpunkt 9 bleiben der Luftvolumenstrom VLI und der Gasvolumenstrom Vg konstant.

Zum Zeitpunkt 10 erniedrigt die Steuerelektronik in einer zweiten Steuerphase den Luftvolumenstrom VLI wieder, wobei sie nun die Regelung auf SW1 unterbricht und den Gasvolumenstrom Vg konstant hält, so daß nun wieder das Ionisationssignal U_i ansteigt und beim Wert K2 sein Maximum findet. Wie der Wert K1 wird der Wert K2 weiterverarbeitet, wobei sich aus $Lrel \times K2$ der zweite, der größeren Leistung entsprechende Ionisations-Sollwert SW2 ergibt.

Zum Zeitpunkt 11 ist das Ionisationssignal U_i infolge des weiter verringerten Luftvolumenstroms, also gefallenem Lambda-Istwert, wieder abgefallen. Es wird nun der Luftvolumenstrom wieder auf den Wert VLI erhöht und der Brenngasstrom wird nun in einer zweiten Regelphase auf den Sollwert SW2 nachgeregelt. Ab dem Zeitpunkt 12 wird der Luftvolumenstrom auf den Wert VLIII erhöht, wobei der Gasstrom weiter auf den Sollwert SW2 nachgeregelt wird. Ab dem Zeitpunkt 13 bleibt der Luftvolumenstrom bis zum Zeitpunkt 14 konstantgehalten. Gleiches gilt für den Gasvolumenstrom, weil er auf den Sollwert SW2 nachgeregelt wird.

Zum Zeitpunkt 14 wird der Luftvolumenstrom bzw. die Drehzahl in einer dritten Steuerphase erneut von der Regelelektronik erniedrigt, wobei nun der Gasvolumenstrom nicht mehr entsprechend nachgeregelt, sondern konstantgehalten wird. Es erhöht sich nun wieder das Ionisationssignal U_i und zwar bis der Wert K3 erreicht ist. Dieser Wert wird wieder gemessen und gespeichert und aus ihm wird mit $Lrel \times K3$ der dritte Ionisations-Sollwert SW3 errechnet. Nachdem der Wert K3 erreicht ist und der Luftvolumenstrom weiter erniedrigt wird, sinkt auch das Ionisationssignal wieder. Nach dem Zeitpunkt 15 wird der Luftvolumenstrom wieder auf den Wert VLII erhöht und der Gasvolumenstrom wird mit dem Sollwert SW3 nachgeregelt.

Zwischen den Zeitpunkten 6 und 15 sind also drei verschiedene Ionisations-Sollwerte SW1, SW2, SW3 bzw. Kalibrierwerte K1, K2, K3 in gleicher Weise, jedoch bei unterschiedlichen Niveaus des Luftvolumenstroms und des Gasvolumenstroms, also unterschiedlicher Brennerleistung, gewonnen. Aus den Kalibrierwerten K1, K2, K3 bzw. den Ionisations-Sollwerten SW1, SW2, SW3 wird von der Regelelektronik eine Kennlinie berechnet, die die Leistungsabhängigkeit des Ionisationssignals beschreibt. Diese Kennlinie ist in Fig. 2 dargestellt. Sie wird gespeichert und bei künftigen Brennvorgängen zur leistungsabhängigen Anpassung des Ionisationssignals U_i benutzt.

Beim Ausführungsbeispiel sind entsprechend der Vorgabe von drei Drehzahl-Stützwerten VLs, VLI, VLII drei Kalibrierwerte ermittelt. Im Bedarfsfall können in entsprechender Weise auch mehr Kalibrierwerte ermittelt werden.

Ab dem Zeitpunkt 15 wird in einer weiteren Regelphase, über den Zeitpunkt 19 hinaus, auf den Ionisations-Sollwert SW3 geregelt. Zum Zeitpunkt 16 wird die Drehzahl auf den Maximalwert erhöht, bei dem sich der maximale Luftvolumenstrom VLmax einstellt und dementsprechend die Regelelektronik das Gasmengenventil 4 auf den maximalen Brenngasvolumenstrom Vgmax stellt. Es ist damit die maximale Brennerleistung erreicht. Der zum entsprechenden Öffnen des Gassteuersignals nötige Steuerstrom I_g wird ge-

messen und gespeichert.

Anschließend wird dann ab dem Zeitpunkt 18 die Gebläsedrehzahl und damit der Luftvolumenstrom (Minimalwert VLmin) reduziert, wobei entsprechend der Regelung auf SW3 auch der Brenngasvolumenstrom auf minimalen Wert Vgmin erniedrigt wird. Der hierbei auftretende Steuerstrom wird wieder gemessen und gespeichert.

Aus dem Maximalwert und dem Minimalwert wird von der Regelelektronik eine Korrelationskennlinie KK berechnet und abgespeichert. Außerdem wird um die Korrelationskennlinie ein Toleranzband TB errechnet und für den künftigen Brennerbetrieb gespeichert. Solange im künftigen Brennerbetrieb die Verhältnisse zwischen der Drehzahl bzw. dem Luftvolumenstrom und dem Steuerstrom I_g bzw. der Brenngasstrom im Toleranzband TB liegen, ist im späteren Brennerbetrieb ein emissionsarmer Betrieb gewährleistet. Außerhalb des Toleranzbandes TB erfolgt eine Brennerabschaltung. Die Korrelationskennlinie ist in Fig. 3 gezeigt.

Irgendwann, beispielsweise nach der Installation des Gasheizgeräts am Aufstellungsort, erfolgt dann der normale Brennerbetrieb mit den gespeicherten Kenndaten bzw. Kennlinien.

Durch das beschriebene Verfahren ermittelt die Regelelektronik in funktionaler Verbindung mit dem jeweiligen Brennertyp selbst, welchen wesentlichen Kenndaten bzw. Kennlinien sie im künftigen Brennerbetrieb dieses Brenner-typs bei unterschiedlichen Betriebsverhältnissen folgen muß, um die gewünschte schadstoffarme und möglichst störungsfreie Verbrennung zu gewährleisten.

Da das beschriebene Verfahrensprogramm in der Regelelektronik, beispielsweise im Programm deren Mikrocontrollers, integriert ist, kann es öfter aufgerufen werden. Beispielsweise kann dies sinnvoll sein, wenn das Gasheizgerät längere Zeit, beispielsweise im Sommer, außer Betrieb war.

Patentansprüche

1. Verfahren zur funktionalen Adaption einer Regelelektronik eines Gasheizgeräts an dessen typenspezifische Eigenschaften, wobei mit der Regelelektronik in Abhängigkeit von einem Lambda-Sollwert und einem verbrennungsabhängigen Ionisationssignal der Verbrennungsluft-Volumenstrom und der Brenngas-Volumenstrom steuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelelektronik vor dem eigentlichen Brennerbetrieb am jeweiligen Gasheizgerätetyp Brennvorgänge mit unterschiedlichen Feuerungsleistungen ansteuert und sich die dabei ergebenden Kenndaten für den künftigen Brennerbetrieb speichert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelelektronik wenigstens ein relativer Lambda-Sollwert (Lrel) vorgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelelektronik verschiedene Luftvolumenstromwerte (VLS, VLI, VLII) vorgegeben werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelelektronik ein Start-Gasvolumenstrom vorgegeben wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelelektronik in einer Startphase (0 bis 4) den Luftvolumenstrom bis zu seinem Startwert (VLs) erhöht und unter Zündimpulsen den Gasvolumenstrom bis zur Zündung rampenförmig erhöht.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelelektronik in einer auf eine Brenner-Startphase (0 bis 4) folgenden

Brenner-Anlaufphase (3 bis 6) bei konstantem Luftvolumenstrom (VL) und konstantem Gasvolumenstrom (Vg) an mehreren Punkten (a, b, c) das Ionisationssignal (Ui) erfaßt und daraus den Gradienten des Anstiegs des Ionisationssignals (Ui) errechnet und speichert. 5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelelektronik (1) in wenigstens einer Steuerphase (6 bis 7 bzw. 10 bis 11 bzw. 14 bis 15) den Luftvolumenstrom (VL) bei 10 konstantem Gasvolumenstrom (Vg) erniedrigt, wodurch das Ionisationssignal (Ui) bis zu einem Maximalwert (K1 bzw. K2 bzw. K3) ansteigt und danach absinkt, und daß die Regelelektronik (1) den Maximalwert speichert und daraus ggf. mit dem relativen Lambda-Sollwert einen Lambda-Sollwert errechnet und speichert. 15

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Steuerphasen die Gasvolumenströme (Vg) unterschiedliche Größen haben. 20

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß in den Steuerphasen die Luftvolumenströme (VL) unterschiedliche Größen haben.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen 25 zwei Steuerphasen (6 bis 7 bzw. 10 bis 11 bzw. 14 bis 15) eine Regelphase (7 bis 10 bzw. 11 bis 14) vorgesehen ist, in der die Regelelektronik den Gasvolumenstrom (Vg) auf den in der vorhergegangenen Steuerphase ermittelten Lambda-Sollwert (SW1, SW2) regelt. 30

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß aus den in den Steuerphasen ermittelten Maximalwerten (K1, K2, K3) oder Lambda-Sollwerten (SW1, SW2, SW3) 35 eine leistungsabhängige Kennlinie (Fig. 2) errechnet und diese gespeichert wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Regelphase (7 bis 10 bzw. 11 bis 14 bzw. 15 bis 19) der Luftvolumenstrom von einem niedrigeren Wert (VLs, VLI, VLII) auf einen höheren Wert (VLI, VLII, VLmax) gefahren wird. 40

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einer weiteren 45 Regelphase (15 bis 19) die Regelelektronik den Luftvolumenstrom (VL) auf seinen Maximalwert (VLmax) steuert und den Gasvolumenstrom (Vg) entsprechend eines der Sollwerte (SW3) nachregelt und das hierbei für den Gasvolumenstrom nötige Steuersignal (Igmax) 50 ermittelt und gespeichert und den Luftvolumenstrom auf seinen Minimalwert (VLmin) steuert und den Gasvolumenstrom entsprechend des Sollwerts (SW3) nachregelt und das hierfür nötige Steuersignal (Igmin) 55 ermittelt und speichert und daß die Regelelektronik aus diesen Werten eine Korrelationskennlinie (KK) berechnet und diese speichert.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

Fig. 1

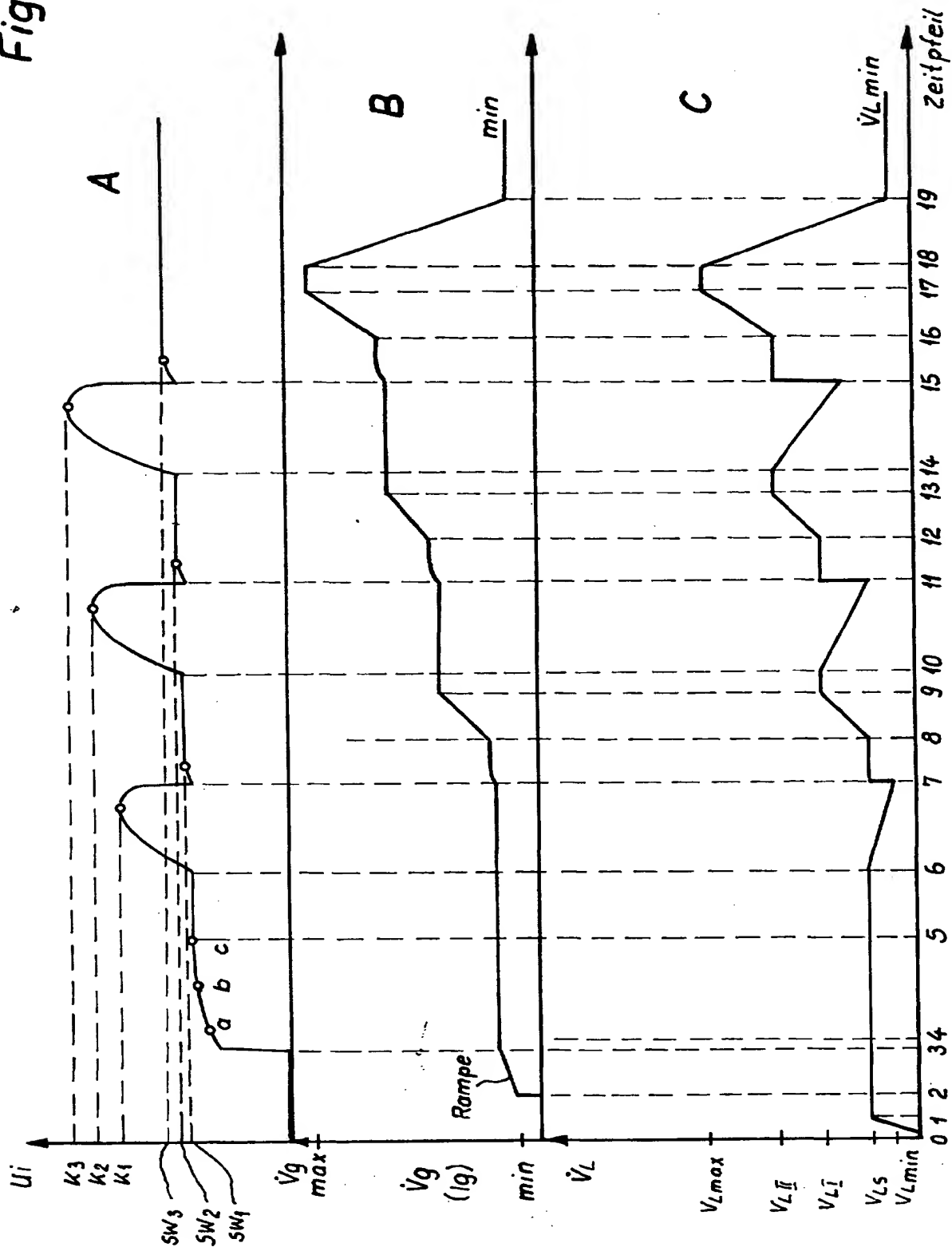


Fig. 2

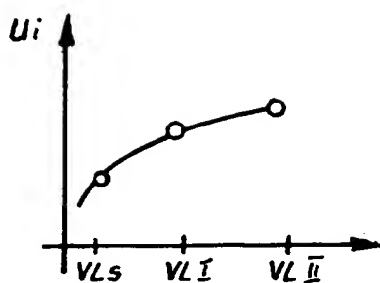


Fig. 3

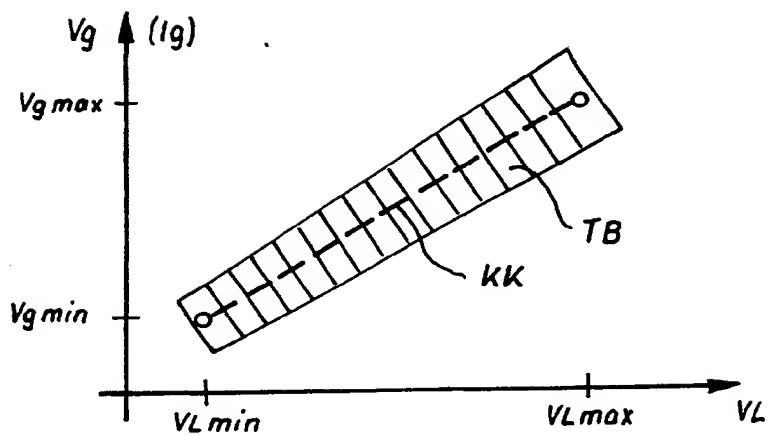


Fig. 4

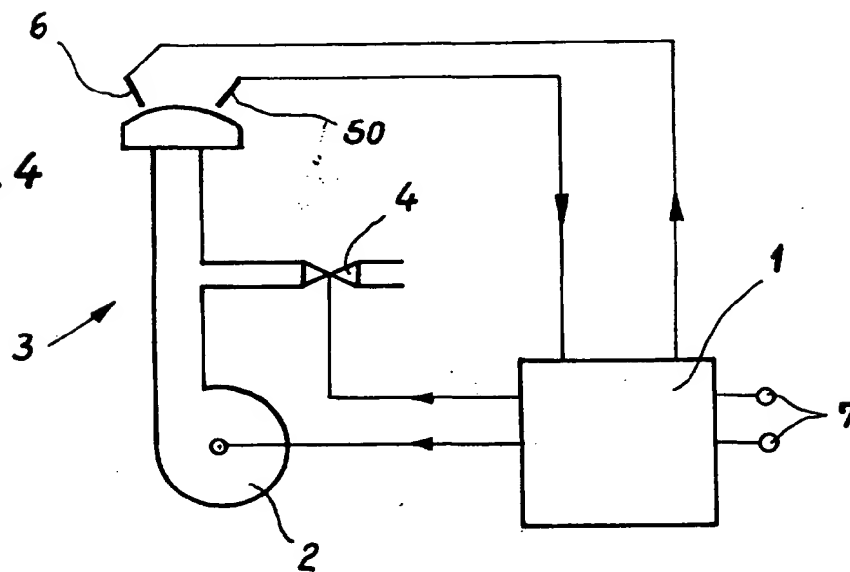


Fig. 1

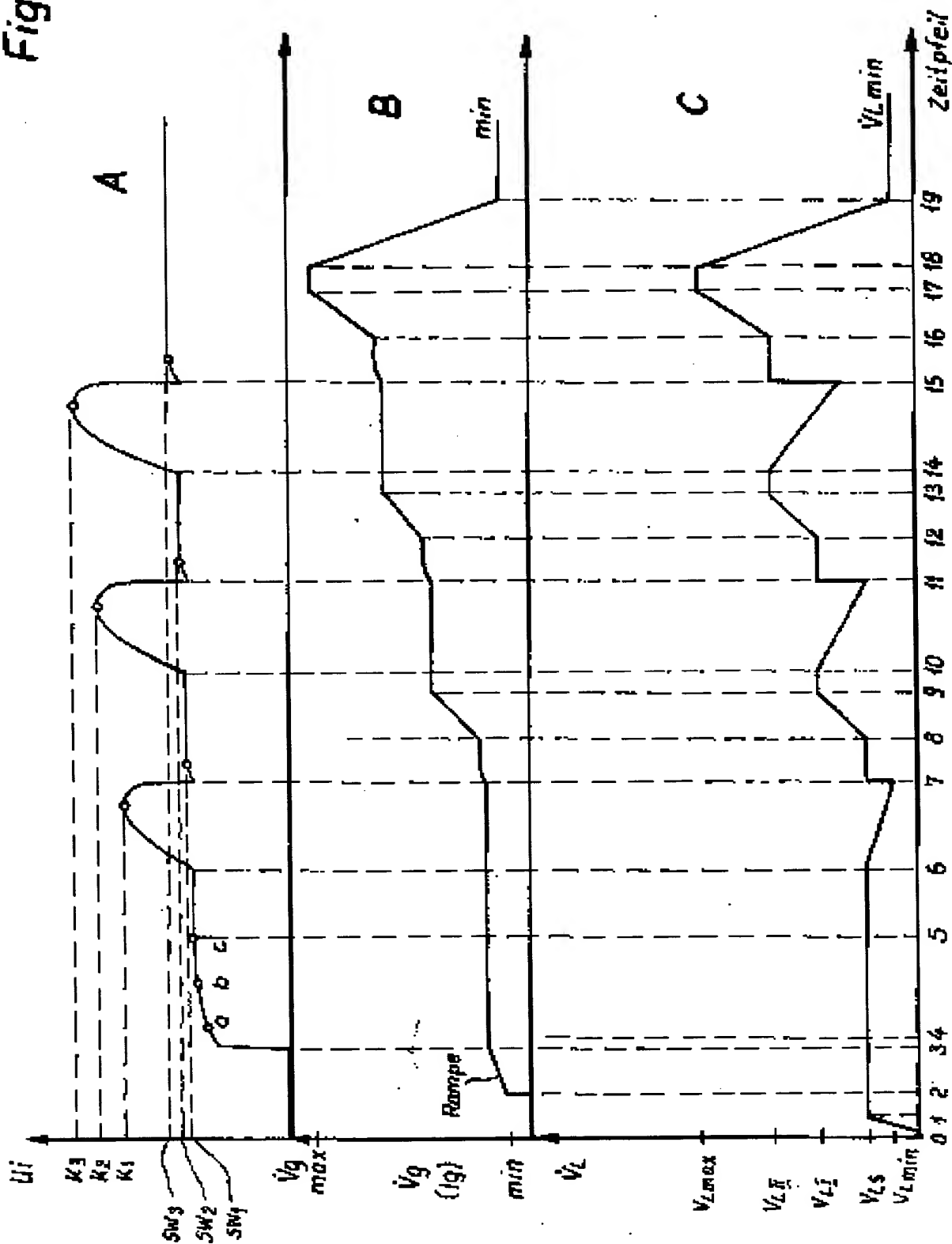


Fig. 2

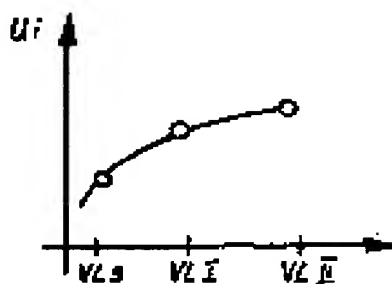


Fig. 3

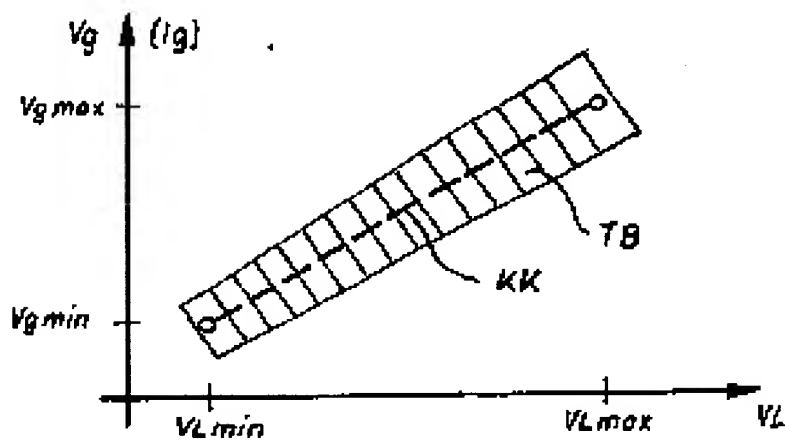


Fig. 4

